

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 59-119340

(43)Date of publication of application : 10.07.1984

(51)Int.Cl.

G03B 21/60

G02B 3/08

(21)Application number : 57-227909

(71)Applicant : MITSUBISHI RAYON CO LTD

(22)Date of filing : 27.12.1982

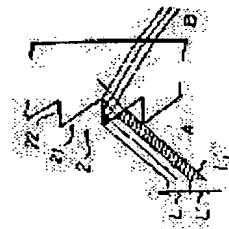
(72)Inventor :
YADA YUKIO
INOUE MASAO
SUZUKI SHINGO

(54) FRESNEL LENS

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the loss of a quantity of incident light and to obtain uniform brightness by forming some of prisms constituting a lens so that a part of light beam incident to a lens surface is reflected totally by a non-lens surface and then projected to a projection surface.

CONSTITUTION: A part 1 uses conventional prisms and a part 2 are prisms employed to this invention. Namely, a conventional prism group 1 is used up to specific distance from the center and the circumferential part consists of the new prisms 2. The transmission characteristics of the prisms 2 are as shown in a diagram and each prism 2 consists of a lens surface 21 and a non-lens surface 22; and part of light incident of the lens surface 21 is reflected totally by the non-lens surface 22 and projected. When incident light L1' travels straight without reaching the non-lens surface 22 and reaches the lens surface 21, its loss part L' is small, so the quantity of effective light is large.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁 (JP)
⑫ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開
昭59—119340

⑮ Int. Cl.³
G 03 B 21/60
G 02 B 3/08

識別記号
庁内整理番号
Z 8306—2H
7448—2H

⑬ 公開 昭和59年(1984)7月10日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ フレネルレンズ

⑯ 特 願 昭57—227909
⑰ 出 願 昭57(1982)12月27日
⑱ 発 明 者 矢田幸男
東京都中央区京橋二丁目3番19
号三菱レイヨン株式会社内
⑲ 発 明 者 井上雅男
横浜市鶴見区大黒町10番1号三

三菱レイヨン株式会社内
⑳ 発 明 者 鈴木信吾
横浜市鶴見区大黒町10番1号三
菱レイヨン株式会社内
㉑ 出 願 人 三菱レイヨン株式会社
東京都中央区京橋2丁目3番19
号
㉒ 代 理 人 弁理士 吉沢敏夫

明 細 書

1. 発明の名称

フレネルレンズ

2. 特許請求の範囲

フレネルレンズ面を入射面として用いるフレネルレンズであつて、レンズを構成するプリズムのうちの一部を、そのレンズ面に入射した光線の一部が非レンズ面で全反射したのち出射面へ出射するように形成していることを特徴とするフレネルレンズ。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、背面投影スクリーン等として用いられるフレネルレンズに関するものである。

背面投影スクリーンは、ビデオプロジェクタやマイクロフィルムリーダー等のスクリーンとして使用されているが、集光効果をもたせるためしばしばフレネルレンズが用いられる。ところでこのようなフレネルレンズは、例えば第1図に示すような透過特性を備えている。すなわち

このようなフレネルレンズは、断面3角形状のプリズム(1)が多数配列するように構成されており、このプリズム(1)はレンズ面(11)と非レンズ面(12)とからなっている。いまこのフレネルレンズのフレネルレンズ面を入射面(A)にして用いると、入射光は図のように出射面(B)に出射する。このときレンズ面(11)に入射する光(L)は、有効な光として出射面(B)側に出射するが、非レンズ面(12)に入射した光(L')は集光効果に寄与しないこととなる。この傾向は、光源から離れた箇所あるいは同一箇所でも光源がスクリーンに近接したときほど激しくなるが、このような場合はプリズム(1)の非レンズ面(12)に入射する光量が増大するためである。またこのような場合プリズム(1)に入射する光線の入射角が大きくなるので、表面反射による透過光量の減少も発生し益々有効な光量が期待できなくなる。

この表面反射率は、フレネルの式によつて求めることができるが、これを示したのが次の①式である。

$$\text{表面反射率}(R) = \frac{1}{2} \left(\frac{\tan^2(i-r)}{\tan^2(i+r)} + \frac{\sin^2(i-r)}{\sin^2(i+r)} \right) \dots\dots ①$$

なお、ここで i は入射角、 r は屈折角である。
例えばフレネルレンズの素材がアクリル樹脂
(屈折率 $n = 1.49$) である場合について試算
すると、次の②が成立ち、

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n \dots\dots ②$$

ただし n は屈折率。

上記①、②式より表面反射率が求められる。
例えば入射角 70° のときの表面反射率は 15% 、
入射角が 80° のときは 40% となり、表面
反射だけでこれだけのロスが生じてしまう。
そして、この試算をもとにして、光源からの距
離を $1,100 \text{ mm}$ 、フレネルレンズの焦点距離を
 $f = 1,000 \text{ mm}$ と想定すると、フレネルレン
ズの中心から 500 mm 以上離れた箇所では、入
射光量の大部分がロスになつてしまうことが分る。
最近ではこの種スクリーンをさらに大型化す

る動きもあり、また装置の奥行きを小さくする
機運もあることから、上述した光量ロスが問題
視されるに至っている。

本発明はこのような状況に鑑みてなされたも
ので、その要旨とするところは、フレネルレン
ズ面を入射面として用いるフレネルレンズであ
つて、レンズを構成するプリズムのうちの一部
を、そのレンズ面に入射した光線の一部が非レ
ンズ面で全反射したのち出射面へ出射するよう
に形成していることを特徴とするフレネルレン
ズにある。

以下、本発明を実施例の図面に従つてさらに
詳細に説明する。

第2図は本発明のフレネルレンズの中心で半
截したもの断面を示している。この例では同
心円状のフレネルレンズを示しているが、本発
明では直線平行状のフレネルレンズにも適用で
きる。図中(2)が本発明で特徴とするプリズムを
示しており、(1)が従来のプリズムを示している。
本発明ではこのように中心から一定の距離まで

を従来のプリズム(1)群で構成し、これより周辺
の部分新規なプリズム(2)で構成している。第
3図はこのプリズム(2)における透過特性を示し
ている。すなわちこのプリズム(2)は、レンズ面
(21)と非レンズ面(22)とから構成されているが
レンズ面(21)に入射した光の一部が非レンズ面
(22)で全反射して出射するようになつている。
いま (L_1) として入射した光は、非レンズ面(22)
に到達せずに直進してしまうが、このようなプ
リズム(2)の場合は、レンズ面(21)に入射する光
のうち、 (L_1) に相当する部分の光のロスが第1
図の場合と比較して少なく、有効な光 (L_2) の光量
が多いこととなる。このレンズ面(21)および非
レンズ面(22)は、フレネルレンズの焦点距離に
応じて調節されるが、 (L_1) の如き光線を考慮す
ると、フレネルレンズ平面に対して垂直である
ことが望ましい。勿論、非レンズ面(22)で全反
射させるためには、非レンズ面(22)に入射する
入射角が臨界角以上でなければならない。本発
明では、第3図に示す如きプリズム(2)を一部に

用いているため、レンズ面(21)に入射する光の
入射角が大きくなるほど、非レンズ面(22)で全
反射する確率が高くなり、また光源がスクリー
ンに近づけば近づくほど、あるいはスクリー
ンの寸法が大きくなればなるほど (L_1) の如き光線
が少なくなる。したがつて、第2図の如き構成
のフレネルレンズにすることにより、透過光量
を有効に活用できることとなる。

本発明を第4図および第5図に基づいてさら
に詳細に説明する。

第4図は一般のフレネルレンズにおけるプリ
ズム(1)を示し、第5図は非レンズ面で全反射す
るプリズムを示している。このようなフレネル
レンズの光量損失について考えるに、このよう
なフレネルレンズは、光源からフレネルレン
ズまでの距離に比べ、フレネルレンズのプリズ
ムのピッチはきわめて小さいので、プリズム1山
に入射する光線は、平行光として近似する。こ
のような前提で、第4図のフレネルレンズの光
量損失を求めるが、図中 (e_1) が有効光線であり、

($e_2 + e_3$) が光量損失となる。またレンズ面(11)の傾き角を(φ)とし、非レンズ面(12)は、板平面に垂直であるとする。さらにレンズ面(11)の入射角を(i_1)、屈折角を(r_1)とし、また光源からの光線の板平面への入射角を(θ)とする。そして(φ)はフレネルレンズの焦点距離とレンズの中心からの距離によつて、また(θ)は光源からフレネルレンズまでの距離とレンズの中心からの距離によつて決まる。

仮に(e_1) + (e_2) + (e_3) = 1 とすれば、有効光線率は $e_1 = 1 - (e_2 + e_3)$ となる。

そこで、

$$e_2 = \tan \varphi \cdot \sin(\varphi - r_1) / \cos \theta \cdot \cos r_1 \quad \dots\dots ③$$

$$(i_1 = \varphi + \theta, \sin r_1 = \sin i_1 / n)$$

$$e_3 = \tan \varphi \cdot \tan \theta \quad \dots\dots ④$$

が成立し、上記③、④式より、(e_1)が求められる。また、この(i_1)、(r_1)を、前述の①式に代入し、表面反射率(R)を求め、先の(e_1)に透過率 $T = 1 - R$ を乗することにより、トータル有効光線率が算出される。

により(e_1)、(e_2)を算出することができる。そして、第5図の場合のプリズムのトータルの有効光線率は、 $e_1 / e_1 + e_2$ を①式に代入することにより算出され、(e_1)に $T = 1 - R$ を乗することにより算出される。

以上の式により求めた一例を例示するが、ここでは光源からスクリーンまでの距離を1,100 mm、フレネルレンズの焦点距離を $f = 1,000$ mm とする。なお材質は屈折率1.49のアクリル樹脂としている。この結果、スクリーンの中心からの距離と有効光線率との関係は第6図のようになつた。すなわち第4図のプリズム(1)では中心から遠くなるにしたがつて光量ロスが大きくなり、600 mm 以上ではほぼ透過量は0となる。また本発明のフレネルレンズでは、中心から遠くなるに従つてロスが小さくなる。この2つの曲線の交点が500 mm 付近であるから、中心部では第4図の如き従来のプリズムを配置し、中心より500 mm 以上の部分に第5図の如きプリズムを配置すればよいことが分る。

次に同様にして第5図のプリズム(2)の光量損失を求める。

第4図において(e_1)が有効光線となり、(e_2)が光量損失となる。ここでプリズム(2)のピッチ(P)を一定とし、計算すべきプリズムの山の高さを(g)、これより1つ内側の山の高さを(g')、ロスがないと仮定した場合の1つ内側の山の高さを(g'')とする。また、非レンズ面(22)での反射角を(ϕ)とすると、

$$g = \tan \varphi / p \quad \dots\dots ⑤$$

$$g'' = \{ g \sin(\varphi + \phi) \cdot \sin \varphi / \sin \phi \} \cdot (\tan \theta + \tan \varphi) \quad \dots\dots ⑥$$

となるが(g')は、1つ内側の山の(φ)を上記⑤式に代入して算出でき、ピッチ(P)が1 mm 以下で極めて小さい場合は、 $g' = g$ としても差しつかえない。

したがつて、

$$e_1 = (g - g' + P / \tan \theta) \cdot \sin \theta \quad \dots\dots ⑦$$

$$e_2 = (g' - g) \cdot \sin \theta \quad \dots\dots ⑧$$

となり、⑤、⑥式を、⑦、⑧式に代入すること

このように2つのプリズム(1)、(2)の変換部では、プリズム面が全く変わるため、画像を観察した場合、変換部を境界としてスクリーン上の明るさが変化し、しかも光源が2つ以上である程度離れた位置にある場合等では、この変換部が目立つ現象が生じる。これを緩和するため、この変換部では、第4図のプリズム(1)と第5図のプリズム(2)とを交互に配置する等すると有効である。

~~なお~~ 本発明のフレネルレンズの素材としては、上述したアクリル樹脂以外に、ポリカーボネート樹脂、ポリスチレン樹脂等の合成樹脂材料が適しており、これらの合成樹脂材料を用いるときには、加熱プレス法、射出成形法あるいは鋳込み重合法等によつて製作することができる。

なお、本発明のフレネルレンズは、そのフレネルレンズ面を光源側すなわち入射面として用いるものであれば、反対側の出射面は平坦であっても、適宜なレンズ面を形成してもよい。特

に本発明のフレネルレンズを背面投影スクリーンとして用いるときは、出射面にレンチキュラレンズ面を形成するとよい。

また、上記説明においては、中心から一定の距離まで一般のフレネルレンズのプリズムを配しているが、この部分はプリズムとはせずに平坦な面としてもよい。

本発明は以上詳述した如き構成からなるものであるから、入射光量のロスを可及的に減少させて、有効な光量の増加を図り、均一で明るいフレネルレンズを提供しうる利点がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は一般のフレネルレンズにおけるプリズムの透過特性を示す説明図、第2図は本発明のフレネルレンズを半載した状態の断面図、第3図は非レンズ面で全反射を起すプリズムの透過特性を示す説明図、第4図は第1図の拡大図、第5図は第3図の拡大図、第6図は実施例の結果を示すグラフである。

(1) …… (一般のフレネルレンズにおける)

プリズム

(11) …… レンズ面

(12) …… 非レンズ面

(2) …… (非レンズ面で全反射を起す) プリ

ズム

(21) …… レンズ面

(22) …… 非レンズ面

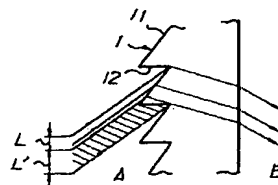
(A) …… 入射面

(B) …… 出射面

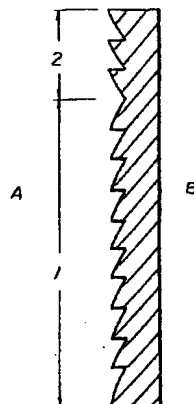
特許出願人 三菱レイヨン株式会社
代理人 弁理士 吉 沢 敏 夫



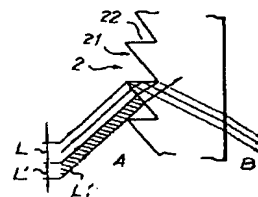
第1図



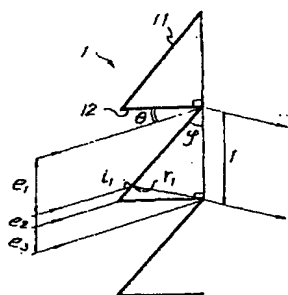
第2図



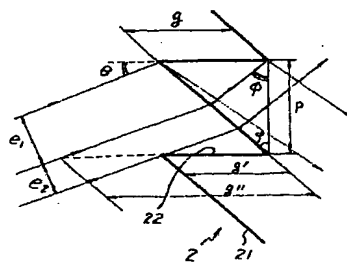
第3図



第4図



第5図



第6図

